



4 / Priority
Paper
10/13/99

ATTORNEY'S DOCKET NO.: S1022/8201

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Perrick DESCURE
Serial No.: 09/361,700
Filed: July 27, 1999
For: IMAGE SENSOR WITH A PHOTODIODE ARRAY

Examiner: Unassigned
Art Unit: 2811

Assignment Branch
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir/Madam:

Transmitted herewith for filing is/are the following document(s):

- ☒ Assignment and Coversheet
- ☒ Return Post Card

If the enclosed papers are considered incomplete, the Mail Room and/or the Application Branch is respectfully requested to contact the undersigned collect at (617)720-3500, Boston, Massachusetts.

A check in the amount of \$40.00 is enclosed to cover the filing fee. If the fee is insufficient, the balance may be charged to the account of the undersigned, Deposit Account No. 23/2825. A duplicate of this sheet is enclosed.

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this document is being placed in the United States mail with first-class postage attached, addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on September 1, 1999.

Attorney Docket No.: S1022/8201

Respectfully submitted,

James H. Morris
Reg. No.: 34,681
WOLF, GREENFIELD & SACKS, P.C.
600 Atlantic Avenue
Boston, Massachusetts 02210
Tel. (617) 720-3500

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **22 JUIL. 1999**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES

28 JUL. 1998

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

98 09801

28 JUL. 1998

1

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Cabinet Michel de Beaumont
1 rue Champollion
38000 Grenoble

n° du pouvoir permanent

références du correspondant
B3914

numéro de téléphone
04 76 51 84 51

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande de brevet européen

demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ certificat d'utilité n°

date

Etablissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

CAPTEUR D'IMAGE À RÉSEAU DE PHOTODIODES

3 DEMANDEUR(S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

STMicroelectronics SA

Forme juridique

Société anonyme

Nationalité(s)

Française

Adresse(s) complète(s)

7, Avenue Gallieni 94250 GENTILLY

Pays

France

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR(S) Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requête pour la 1ère fois

☐ requête antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

Michel de Beaumont
Mandataire n°92-1016

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

D.R.G.R.

SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE A L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9809801

TITRE DE L'INVENTION :

CAPTEUR D'IMAGE À RÉSEAU DE PHOTODIODES

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

CABINET MICHEL DE BEAUMONT
1 rue Champollion
38000 Grenoble

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Pierrick DESCURE, 110, Allée Chantoiseau, 38330 SAINT-ISMIER,

28 JUIL. 1998 INPI GRENOBLE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature(s) du (des) demandeur(s) ou du mandataire
Le 28 juillet 1998
B3914

Michel de Beaumont
Mandataire n°92-1016



DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

| PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN | | | R.M.* | DATE DE LA CORRESPONDANCE | TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR |
|---|--------------|------------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Modifiée(s) | Supprimée(s) | Ajoutée(s) | | | |
| P3 | | | | 10.03.1998 | DP. 16 SEP. 1998 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

CAPTEUR D'IMAGE À RÉSEAU DE PHOTODIODES

La présente invention concerne le domaine des capteurs d'image, utilisables par exemple dans les caméras vidéo.

Parmi les diverses techniques pour transformer une image projetée sur une cible en données électriques, on utilise notamment des cibles constituées d'un substrat semiconducteur portant un réseau de photodiodes. Les diodes sont initialement polarisées en inverse et chargées capacitivement. En l'absence de lumière, elles conservent leur charge et, quand elles sont éclairées, elles se déchargent. On peut ainsi différencier un élément d'image ou pixel lumineux d'un pixel sombre et reconstituer une image sous forme de matrice de données correspondant aux charges électriques de chacun des pixels.

En outre, il est connu de constituer cette matrice de sorte que l'ensemble de pixels soit divisé en trois sous-réseaux correspondant à chacune de trois couleurs (couramment, rouge, vert et bleu). Pour cela, chacun des pixels, c'est-à-dire chacune des diodes, est revêtu d'un filtre de couleur. Il est connu d'utiliser comme filtre de couleur un filtre interférentiel. On a également proposé des filtres interférentiels constitués de matériaux compatibles avec les filières habituelles de fabrication de circuits intégrés de type MOS. Ainsi, un filtre interférentiel peut être constitué d'une couche d'oxyde de silicium revêtue

d'une couche de silicium polycristallin, elle-même revêtue d'une couche de nitrure de silicium. En fait, il importe que les matériaux successifs aient alternativement des indices optiques bas et haut.

5 Dans de telles structures, la capacité de stockage de chaque pixel est liée à la dimension de ce pixel et plus particulièrement à la dimension de la jonction de la diode associée.

Un objet de la présente invention est d'accroître cette capacité de stockage sans augmenter la dimension d'une cellule
10 élémentaire du capteur et sans compliquer sa fabrication.

Pour atteindre cet objet ainsi que d'autres, la présente invention prévoit un réseau de photodiodes constitué de régions d'un deuxième type de conductivité formées dans une région semiconductrice d'un premier type de conductivité, divisé
15 en trois sous-réseaux imbriqués, toutes les photodiodes d'un même sous-réseau étant revêtu d'un même filtre interférentiel comprenant au moins une couche isolante d'épaisseur déterminée revêtue d'au moins une couche conductrice. Les couches conductrices sont électriquement connectées à la région semiconductrice d'un pre-
20 mier type de conductivité.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la connexion électrique est indirecte.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le substrat semiconducteur est un substrat de silicium monocristallin, et le filtre interférentiel comporte une couche d'oxyde
25 de silicium formée au-dessus du substrat et une couche de silicium polycristallin conducteur formée au-dessus de la couche d'oxyde de silicium.

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que
30 d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1A représente une vue en coupe schématique d'un pixel d'un réseau de photodiodes selon la présente invention ;

la figure 1B représente le schéma équivalent du pixel
5 de la figure 1A ;

les figures 2A, 2B, 2C illustrent des étapes successives d'un procédé de réalisation d'une couche d'un filtre interférentiel utilisé selon la présente invention ;

la figure 3B représente sous forme de schéma un capteur
10 d'image constitué d'une matrice de photodiodes selon la présente invention ; et

la figure 4 représente un exemple de réalisation d'un pixel d'un capteur d'image selon la figure 3.

On notera que, comme cela est usuel dans le domaine de
15 la représentation des composants semiconducteurs, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle mais que les dimensions de leurs divers éléments ont été arbitrairement modifiées pour faciliter la lisibilité et simplifier le tracé des dessins.

La figure 1A représente une vue en coupe d'une photodiode associée à un filtre interférentiel selon la présente invention. Cette photodiode est constituée d'une région semiconductrice 1 de type N formée dans un substrat semiconducteur 2 de type P. On considérera ici que le substrat est en silicium monocristallin. Au-dessus de la région 1 est formé un dépôt multicouche constituant un filtre interférentiel et comprenant par
25 exemple une couche d'oxyde de silicium 4, une couche de silicium polycristallin 5 et une couche de nitrure de silicium 6. Pour des rayonnements optiques dans le domaine du visible, le silicium monocristallin et le silicium polycristallin ont un indice de réfraction élevé, de l'ordre de 4, tandis que l'oxyde de silicium et le nitrure de silicium ont des indices faibles, de l'ordre de
30 1,5. De façon connue, l'épaisseur des diverses couches doit être ajustée pour assurer un effet anti-reflet et un effet de filtrage adaptés à une longueur d'onde particulière. Par exemple, si les
35 couches 5 et 6 ont des épaisseurs respectives de 20 et 50 nm, on

forme un filtre pour le bleu en choisissant pour la couche d'oxyde 4 une épaisseur de l'ordre de 150 nm, un filtre pour le vert avec une épaisseur de l'ordre de 190 nm et un filtre pour le rouge avec une épaisseur de l'ordre de 230 nm.

5 Selon la présente invention, la couche de silicium polycristallin 5 n'est pas laissée flottante mais mise au même potentiel que le substrat 2. Ceci est schématisé dans la figure par un contact entre la couche 5 et une région 8 fortement dopée de type P du substrat 2. La couche de silicium polycristallin 5
10 est suffisamment dopée pour être bien conductrice ; elle peut aussi être revêtue d'une couche métallique (de l'aluminium) ou siliciurée, en dehors des régions où elle est utile à la réalisation d'un filtre.

 Du fait de la liaison entre la couche 5 et le substrat
15 2, la structure correspond au schéma équivalent représenté en figure 1B. On suppose que la région de cathode 1 de la photodiode D est reliée à une borne K non représentée en figure 1A et que l'anode de la photodiode est connectée à une borne A, couramment reliée à la masse. La présence de la couche conductrice 5 reliée
20 au substrat équivaut à l'existence d'un condensateur C disposé en parallèle sur la diode. La première "plaque" du conducteur est constituée par la couche 5 reliée au substrat, c'est-à-dire à l'anode de la diode. La deuxième "plaque" du condensateur correspond à la région de cathode 1 de la diode.

25 On augmente ainsi la capacité équivalente de chaque diode, c'est-à-dire que l'on augmente la capacité de stockage de chaque photoélément et donc la dynamique des signaux électriques résultant d'un éclairage. On améliore également la linéarité de la caractéristique charge/tension du photoélément par l'ajout
30 d'une capacité constante à la capacité de la jonction de la diode qui, elle, est variable avec la tension appliquée.

 Les figures 2A à 2C illustrent un exemple de procédé pour former des couches d'oxyde d'épaisseur différentes sur trois groupes de régions de cathode 1R, 1G, 1B respectivement sensibles
35 au rouge, au vert et au bleu.

Dans une première étape illustrée en figure 1, on dépose une première couche d'oxyde de silicium 4-1 que l'on grave pour la maintenir en place seulement au-dessus des régions 1R.

5 Dans une deuxième étape illustrée en figure 2B, on dépose une deuxième couche d'oxyde de silicium 4-2 que l'on grave pour la laisser en place seulement au-dessus des régions 1R et 1G.

10 Dans une troisième étape illustrée en figure 2C, on dépose une troisième couche d'oxyde de silicium 4-3 qu'on laisse en place. Après quoi, on dépose une couche de silicium polycristallin 5 et éventuellement, comme cela a été décrit précédemment, une couche de nitrure de silicium. Ensuite, la structure est convenablement gravée pour permettre la réalisation de contacts en des emplacements choisis.

15 L'épaisseur de la couche 4-3, dans le cas de l'exemple donné précédemment est de 150 nm, et les épaisseurs des couches 4-1 et 4-2 sont de 40 nm de sorte que l'on trouve au-dessus des régions 1R, 1G et 1B des couches d'oxyde ayant des épaisseurs respectives de 230, 190 et 150 nm.

20 La figure 3 représente à titre d'exemple, de façon partielle, et sous forme de circuit la structure classique d'un réseau de photodiodes destiné à former un capteur d'image. Chaque photodiode D_{ij} est reliée par son anode à la masse et par sa cathode à la source d'un transistor de précharge P_{ij} dont le drain est relié à une tension de référence V_R et dont la grille est reliée à une ligne de rangée R_i destinée à sélectionner tous les transistors P_{ij} d'une même rangée. Ainsi, dans une première phase, on précharge les diodes D_{ij} . Ensuite, après éclairage, on lit la tension aux bornes des diodes au moyen d'un amplificateur constitué par exemple d'un premier transistor T_{ij} dont la grille est reliée au point de connexion du transistor P_{ij} de la diode D_{ij} , dont la source est reliée à une ligne de colonne C_j et dont le drain est relié à une tension haute V_{dd} . Chaque ligne C_j est reliée à un amplificateur A_j formant par exemple avec le
35 transistor T_{ij} un amplificateur suiveur.

Dans une telle structure, chaque diode D_{ij} peut être du type décrit précédemment, c'est-à-dire être associée à un condensateur en parallèle C_{ij} .

Un exemple de réalisation de l'association d'un transistor de précharge P_{ij} et d'une diode D_{ij} est illustré en figure 4. Cette structure est formée dans un substrat de silicium monocristallin 10 de type P. Chaque transistor P_{ij} comprend une région de drain 11 de type N et une région de source 12 également de type N. La région de source 12 s'étend pour constituer la région de cathode de la diode D_{ij} dont l'anode correspond au substrat 10. Entre le drain et la source du transistor P_{ij} est formée une grille isolée 13, par exemple en silicium polycristallin. Au-dessus de la plus grande partie de la région 12, on retrouve la structure de filtre interférentiel comprenant les couches 4, 5 et 6 déjà décrites en relation avec la figure 1. La région de drain 11 est solidaire d'une métallisation 15 établissant un contact avec une source de tension de précharge VR.

La région de source/cathode 12 est solidaire d'une métallisation 16 reliée à la grille du transistor T_{ij} (voir figure 3). En outre, et selon l'invention, la région de silicium polycristallin 5 est reliée au substrat 10. Plus couramment, chacune de ces régions sera reliée à une masse commune.

Selon une variante de la présente invention, les diodes peuvent être formées dans un caisson lui-même formé dans un substrat, c'est-à-dire, en considérant la figure 4, que la région P 10 est un caisson formé dans un substrat de type N non représenté. Dans ce cas la région de silicium polycristallin 5 pourra être reliée au substrat et non directement à la région 10.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. Notamment, les divers matériaux décrits pourront être remplacés par des matériaux équivalents. D'autres matériaux compatibles avec la fabrication de composants semiconducteurs pourront être utilisés pour réaliser le filtre interférentiel formé au-dessus de chaque diode. La caractéristique essentielle

de l'invention est que l'une des couches de ce filtre interférentiel, séparée du substrat semiconducteur par une couche isolante, est conductrice et est connectée à ce substrat. Tous les types de conductivité décrits pourront être inversés. De plus, bien que
5 l'on ait décrit un substrat de silicium, on notera que d'autres systèmes semiconducteurs pourront être adaptés à la mise en oeuvre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Réseau de photodiodes constitué de régions d'un deuxième type de conductivité (1 ; 12) formées dans une région semiconductrice d'un premier type de conductivité (2 ; 10), divisé en trois sous-réseaux imbriqués, toutes les photodiodes d'un même sous-réseau étant revêtu d'un même filtre interférentiel comprenant au moins une couche isolante (4) d'épaisseur déterminée revêtue d'au moins une couche conductrice (5), caractérisé en ce que lesdites couches conductrices sont électriquement connectées à la région semiconductrice d'un premier type de conductivité (2 ; 10).

2. Réseau de photodiodes selon la revendication 1, dans lequel la connexion électrique est indirecte.

3. Réseau de photodiodes selon la revendication 1, dans lequel le substrat semiconducteur est un substrat de silicium monocristallin, caractérisé en ce que le filtre interférentiel comporte une couche d'oxyde de silicium (4) formée au-dessus du substrat et une couche de silicium polycristallin conducteur (5) formée au-dessus de la couche d'oxyde de silicium.

la figure 1A représente une vue en coupe schématique d'un pixel d'un réseau de photodiodes selon la présente invention ;

la figure 1B représente le schéma équivalent du pixel
5 de la figure 1A ;

les figures 2A, 2B, 2C illustrent des étapes successives d'un procédé de réalisation d'une couche d'un filtre interférentiel utilisé selon la présente invention ;

la figure 3 représente sous forme de schéma un capteur
10 d'image constitué d'une matrice de photodiodes selon la présente invention ; et

la figure 4 représente un exemple de réalisation d'un pixel d'un capteur d'image selon la figure 3.

On notera que, comme cela est usuel dans le domaine de
15 la représentation des composants semiconducteurs, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle mais que les dimensions de leurs divers éléments ont été arbitrairement modifiées pour faciliter la lisibilité et simplifier le tracé des dessins.

La figure 1A représente une vue en coupe d'une photodiode associée à un filtre interférentiel selon la présente invention. Cette photodiode est constituée d'une région semiconductrice 1 de type N formée dans un substrat semiconducteur 2 de type P. On considérera ici que le substrat est en silicium monocristallin. Au-dessus de la région 1 est formé un dépôt multicouche constituant un filtre interférentiel et comprenant par
25 exemple une couche d'oxyde de silicium 4, une couche de silicium polycristallin 5 et une couche de nitrure de silicium 6. Pour des rayonnements optiques dans le domaine du visible, le silicium monocristallin et le silicium polycristallin ont un indice de réfraction élevé, de l'ordre de 4, tandis que l'oxyde de silicium et le nitrure de silicium ont des indices faibles, de l'ordre de
30 1,5. De façon connue, l'épaisseur des diverses couches doit être ajustée pour assurer un effet anti-reflet et un effet de filtrage adaptés à une longueur d'onde particulière. Par exemple, si les
35 couches 5 et 6 ont des épaisseurs respectives de 20 et 50 nm, on

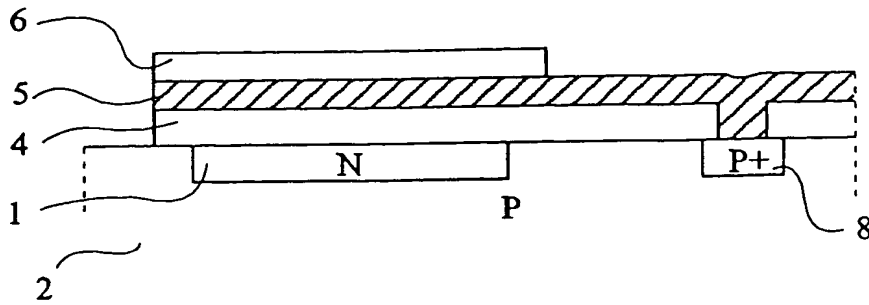


Fig 1A

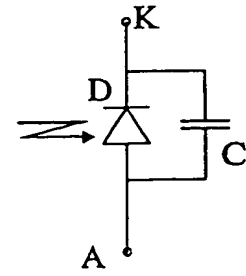


Fig 1B

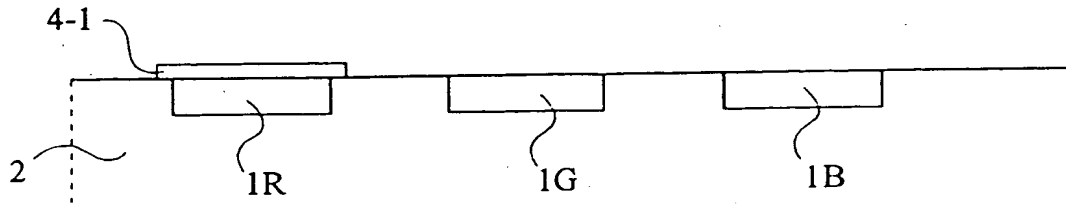


Fig 2A

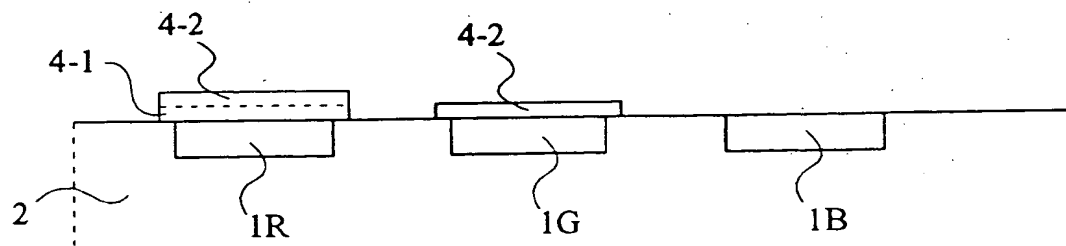


Fig 2B

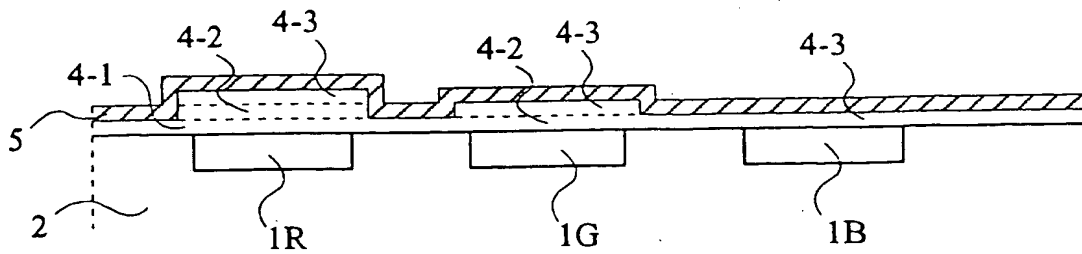


Fig 2C

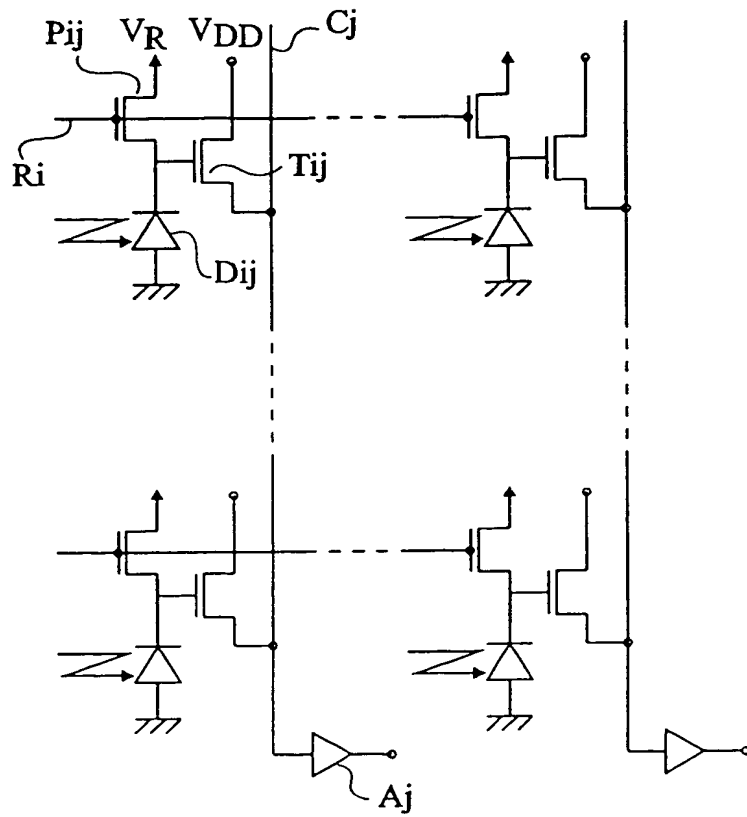


Fig 3

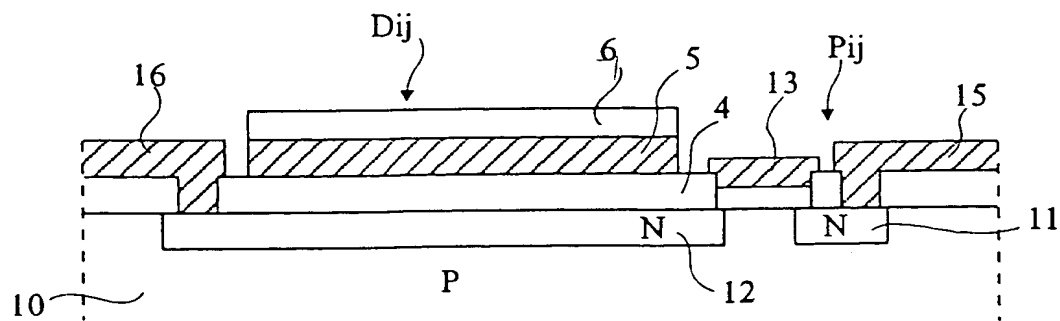


Fig 4